

Výbojkou buzený Er:YAG laser generující v oblasti 2,94 μm

Úloha 1. pro pokročilé praktikum z LT na KFE, FJFI, ČVUT Praha

Instruktoři: Němec

1 Úvod - Er:YAG laserový systém

Er:YAG (Erbium:Yttrium Aluminium Granát) laser patří do skupiny pevnolátkových laserů. Součástí těchto laserů je laserová hlavice, chlazení a zdroj dodávající budící energii. Laserová hlavice se skládá z **aktivního prostředí** (Er:YAG krystal), xenonové **výbojky** a **otevřeného rezonátoru**. Aktivní prostředí a výbojka jsou pro lepší účinnost přenosu budící energie uzavřeny v keramické difusní budící dutině. Otevřený rezonátor tvoří dvě vzhledem k sobě přesně nastavená zrcadla, z nichž jedno je totálně odrazné a druhé (výstupní) má reflektanci $< 100\%$ (konkrétně v našem případě pro Er:YAG laser je $R_{\text{Er}} = 85\%$). Er:YAG krystal funguje jako dostatečně intenzivně buzené aktivní prostředí, ve kterém, díky kladné zpětné vazbě zrcadel otevřeného rezonátoru, dochází ke stimulované emisi a zesílení záření. Rezonátor určuje základní charakteristické rysy stimulovaného záření - spektrální čáru, časovou a prostorovou koherenci a směrovost záření.

Dominantními vlnovými délkami generovaného záření pro Er:YAG krystal jsou 2,94 μm a 1,56 μm . Obě tyto vlnové délky jsou mimořádně zajímavé pro aplikace. Na vlnové délce 2,94 μm je absorpční maximum vody (absorpční koeficient v tkáni je vyšší, než pro ostatní měřené vlnové délky - hloubka průniku je 2 μm), což je důležité především pro aplikace v medicíně. Vlnová délka 1,56 μm spadá do tzv. „oku bezpečné oblasti“.

Laser pracuje v režimu volné generace, což znamená, že budící energie je dodávána po dlouhou dobu ve srovnání s dobou vyzáření a kvantový systém aktivního prostředí je vybuzován opakovaně. Generovaná délka pulsu je obvykle v rozmezí desítek až stovek mikrosekund, čímž je i špičkový výkon nízký. Dalším významným parametrem je celková výstupní energie a opakovací frekvence.

2. Experimentální část

Úkol: charakterizace záření Er:YAG laseru.

Pokyny:

1. nastavte rezonátor laseru na maximální generovanou energii
2. zjistěte prahovou energii buzení $(E_b)_p$ pro režim volné generace
3. změřte celkovou energetickou charakteristiku Er:YAG laseru
4. na fotografickém papíru zaznamenejte stopu svazku záření a změřte jeho plochu (S) pro E_{max}
5. pomocí diody a osciloskopu naměřte délku výstupního impulsu (τ)
6. vyplňte následující tabulku výstupních charakteristických hodnot Er:YAG laserového záření

Maximální výstupní energie E [J]	
Délka generovaného impulsu τ [sec]	
Špičkový pulsní výkon P [W]	
Příčný průřez svazku S [cm^2]	
Hustota energie F [J/cm^2]	
Hustota výkonu W [W/cm^2]	

Literatura: Vrbová M, Jelínková H., Gavrilov P., Úvod do laserové techniky